

04P04353

81

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
1. April 2004 (01.04.2004)

PCT

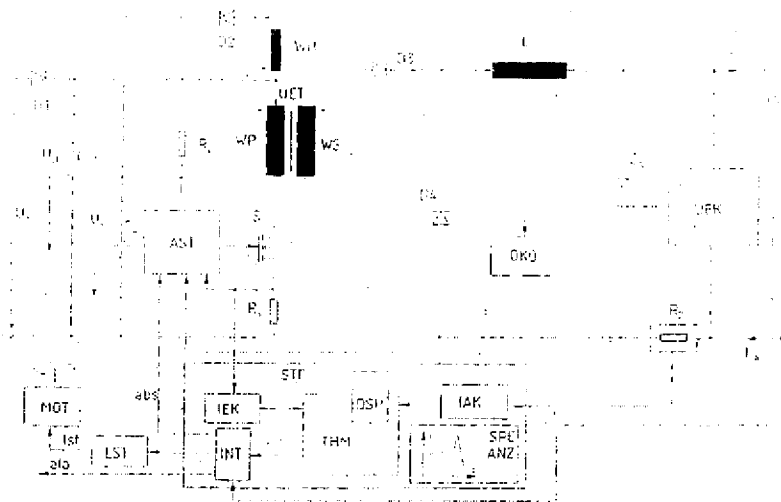
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/027963 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: H02M 1/00 (72) Erfinder; und  
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT2003/000278 (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHWEIGERT,  
(22) Internationales Anmeldedatum: 18. September 2003 (18.09.2003) WEINMEIER, Harald [AT/AT]; Fallmerayerweg 29,  
A-1210 Wien (AT).  
(25) Einreichungssprache: Deutsch (74) Anwalt: MATSCHNIG, Franz; Siebensterngasse 54,  
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch A-1071 Wien (AT).  
(30) Angaben zur Priorität: A 1420/2002 20. September 2002 (20.09.2002) AT (81) Bestimmungsstaaten (national): CN, US.  
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SIEMENS AG ÖSTERREICH [AT/AT]; Siemensstrasse 88-92, A-1210 Wien (AT). (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SWITCHING POWER SUPPLY UNIT

(54) Bezeichnung: SCHALTNETZTEIL



(57) Abstract: Disclosed is a switching power supply unit comprising at least one switch (S) which is triggered by a triggering circuit (AST) and via which an input DC voltage (Uv) is connected and disconnected. A thermal model (THM), by means of which the temperature of at least one component (S; D3, D4, UET) can be calculated or estimated, is implemented within a control device (STE), at least one load-dependent current value being supplied to the thermal model as an electrical parameter. The control device (STE) supplies at least one limiting signal (abs, a la) according to the calculated or estimated temperature values when predefined threshold values or a function of several threshold values are/is attained, said limiting signal (abs, a la) being used to lower the temperature. At least one limiting signal (abs) acts upon the triggering circuit so as to lower the temperature and consequently reduce performance.

(57) Zusammenfassung: Ein Schaltnetzteil mit zumindest einem von einer Ansteuerschaltung (AST) angesteuerten Schalter (S), über welchen eine Eingangsspannung (Uv) geschaltet wird, wobei ein thermisches Modell (THM) in einer Steuerung (STE) implementiert ist, mit dessen Hilfe die Temperatur zumindest eines Bauelements (S; D3, D4, UET) erchenbar

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/027963 A1

70



**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

bzw. abschätzbar ist, und dem thermischen Modell als elektrische Grösse zumindest ein Stromwert, der lastabhängig ist, zur Verfügung gestellt ist, die Steuerung (STE) dazu eingerichtet ist, in Abhängigkeit von errechneten bzw. abgeschätzten Temperaturwerten bei Erreichen vorgegebener Grenzwerte oder einer Funktion mehrerer Grenzwerte zumindest ein Begrenzungssignal (abs, a la) abzugeben, welches im Sinne eines Eingreifens zur Temperaturverminderung einsetzbar ist, und zumindest ein Begrenzungssignal (abs) im Sinne einer Temperatur- und damit einer Leistungsverminderung auf die Ansteuerschaltung einwirkt.

### SCHALTNETZTEIL

Die Erfindung bezieht sich auf ein Schaltnetzteil zur Versorgung einer Last mit einer geregelten Ausgangsspannung/Ausgangsstrom und mit zumindest einem von einer Ansteuerschaltung angesteuerten Schalter, über welchen eine Eingangsgleichspannung geschaltet wird und mit einer Abschaltsteuerung für Überlastzustände.

Unter Schaltnetzteil soll im Zusammenhang mit der Erfindung jede Art von Stromversorgung verstanden werden, die auch geschaltete, d. h. getaktete Halbleiterbauelemente enthält und aus einer Gleich- oder Wechselspannung, meist aus einer Netzwechselspannung, eine üblicherweise geregelte Gleich- oder Wechsel-Ausgangsspannung erzeugt, um einen oder mehrere Verbraucher zu speisen. Im besonderen werden Schaltnetzteile ins Auge gefasst, die aus einer unregelmäßigen Wechselspannung von z. B. 230/400 Volt eine geregelte Ausgangsgleichspannung von z. B. 40 Volt erzeugen.

Bei der Dimensionierung von Schaltnetzteilen, insbesondere solchen für Industriesteuerungen, stellt die Berechnung des Leistungsverbrauchs, sofern überhaupt möglich, einen erheblichen Aufwand dar. Meist ist nur eine Abschätzung möglich, da der Spitzenstromverbrauch vor allem von dem ablaufenden Programm der Steuerung abhängt. Aus diesem Grunde werden Stromversorgungen oft massiv überdimensioniert, was allerdings zu höheren Kosten und einem größeren Raumbedarf führt.

Schaltnetzteile besitzen im allgemeinen eine Maximal-Ausgangsleistung, die z. B. über eine Strombegrenzung auf einen festen Wert eingestellt ist, wobei die maximale Ausgangsleistung als Dauerleistung zur Verfügung steht. Dabei geht man von der maximalen Umgebungstemperatur aus. Nach dem Stand der Technik sind Stromversorgungen bekannt, welche kurzzeitig über den Nennwert hinausgehende Ausgangsströme bzw. -leistungen abgeben können, z. B. solche, die für 25 ms den 3-fachen Nennstrom abgeben können. Weiters ist es bekannt geworden, Stromversorgungen so zu konstruieren, dass sie bei niedrigerer Umgebungstemperatur eine höhere, z. B. 10 bis 30 % höhere Ausgangsleistung abzugeben imstande sind („Derating“).

Vorübergehende Überlasten können auch durch dem Ausgang parallel geschaltete Akkumulatoren abgedeckt werden, doch ist diese Lösung recht nachteilig, da die Lebensdauer der Akkumulatoren und deren Preis ins Gewicht fallen, eine getrennte Abschaltvorrichtung zum Schutz vor Tiefentladungen ebenso notwendig ist, wie eine gesonderte Ladeschaltung, und neben dem Preis auch Volumen und Gewicht erheblich sind.

Die prinzipielle Berücksichtigung thermischer Kapazitäten bei der abgesicherten Versorgung von elektrischen Verbrauchern ist vielfach bekannt und im Prinzip bereits bei Schmelzsicherungen mit an den Verbraucher angepasster Trägheit realisiert. So zeigt beispielsweise die US 5,283,708 A einen elektronischen Schütz für einen Elektromotor, der an ein Dreiphasennetz angeschlossen und vor längerer Belastung über der Nennlast geschützt werden soll. Dabei kann die jeweils aktuelle Temperatur des Motors berechnet und beim Abschalten des Motors Berücksichtigung finden.

Das Problem, das der Erfindung zugrunde liegt, ist jedoch nicht der Schutz einer Last und die Berücksichtigung derer Eigenschaften, sondern die Schaffung eines kostengünstigen Schaltnetzteils.

Eine Aufgabe der Erfindung liegt somit insbesondere in der Schaffung eines Schaltnetzteils, bei welchem unnötig hohe Kosten aufgrund einer Überdimensionierung vermieden werden können und insbesondere eine intelligente Anpassung an die vorhandenen Gegebenheiten, insbesondere Last- und Temperatursituationen möglich ist.

Diese Aufgabe wird mit einem Schaltnetzteil der eingangs genannten Art gelöst, bei welchem erfindungsgemäß eine Steuerung vorgesehen ist, in welche ein thermisches Modell implementiert ist, mit dessen Hilfe die Temperatur zumindest eines Bauelements errechenbar bzw. abschätzbar ist, wobei dem thermischen Modell als elektrische Größe zumindest ein Stromwert, der lastabhängig ist, zur Verfügung gestellt ist, die Steuerung dazu eingerichtet ist, in Abhängigkeit von errechneten bzw. abgeschätzten Temperaturwerten bei Erreichen vorgegebener Grenzwerte oder einer Funktion mehrerer Grenzwerte zumindest ein Begrenzungssignal abzugeben, welches im Sinne eines Eingreifens zur Temperaturverminderung einsetzbar ist, und zumindest ein Begrenzungssignal der Ansteuerung zuführbar ist, welches im Sinne einer Temperatur- und damit einer Leistungsverminderung auf die Ansteuerschaltung einwirkt.

Dank der Erfindung kann ein Schaltnetzteil geschaffen werden, welches nur eine relativ geringe Baugröße und geringere Kosten als übliche Stromversorgungen aufweist, da sie nur auf den durchschnittlichen Stromverbrauch dimensioniert ist. Tatsächlich kann man in der Praxis die Dimensionierung auf etwa die halbe Nennleistung reduzieren, wobei als Mehrkosten lediglich jene hinzukommen, welche die Temperaturüberwachung betreffen.

Bei einer praxisgemäßen Variante ist vorgesehen, dass ein Begrenzungssignal zum primär/sekundärseitigen Abschalten der Stromversorgung herangezogen ist.

Besonders zweckmäßig ist es, wenn ein Begrenzungssignal zur Steuerung einer Kühl-/Belüftungseinrichtung herangezogen ist. Dadurch kann bei vorübergehender Überlast das Abschalten der Stromversorgung verhindert oder zumindest verzögert werden.

In vielen Fällen ist es empfehlenswert, wenn ein Begrenzungssignal als Alarmsignal herangezogen ist, da der Anwender entsprechende Maßnahmen treffen kann, um Schäden zu vermeiden oder zu verringern.

Bei bevorzugten Varianten ist vorgesehen, dass zumindest ein Temperatursensor zur Erfassung von/für die Stromversorgung relevanten Temperaturen vorgesehen ist, wobei das Signal des zumindest einen Temperatursensors in das thermische Modell einbeziehbar ist. Im Gegensatz zu anderen Betriebsparameterwerten sind die Temperaturwerte von unmittelbarer und eindeutiger Bedeutung für einen Überlastzustand der Stromversorgung. Dabei kann es sinnvoll sein, wenn ein Temperatursensor für die Umgebungstemperatur der Stromversorgung vorgesehen ist bzw. wenn ein Temperatursensor zur Erfassung der Temperatur eines Halbleiter-Bauelements und/oder seiner thermisch relevanten Umgebung vorgesehen ist bzw. wenn ein Temperatursensor zur Erfassung der Temperatur eines Transformators und/oder seiner thermisch relevanten Umgebung vorgesehen ist.

Andererseits ist es in vielen Fällen sinnvoll, wenn dem thermischen Modell als elektrische Größe zumindest der Ausgangsstrom der Stromversorgung zur Verfügung gestellt ist bzw. wenn dem thermischen Modell als elektrische Größe der primärseitige Strom zur Verfügung gestellt ist. Das thermische Modell kann aus solchen Stromwerten durchaus eine Abschätzung z. B. der Chiptemperatur von Leistungshalbleitern vornehmen.

Bei einer weiteren Variante kann vorgesehen sein, dass das thermische Modell abgespeicherte thermische Zeitkonstanten einzelner Bauelemente enthält, welche bei der Errechnung/Ab-schätzung von Bauelementtemperaturen berücksichtigt werden. Hierdurch lässt sich die oft erhebliche Verzögerung zwischen einer tatsächlichen Halbleiter(Chip)temperatur und beispielsweise der Gehäuse- oder Kühlkörpertemperatur berücksichtigen. Hierbei ist es besonders wirksam, wenn das thermische Modell zur laufenden Berechnung der Temperatur von Bauelementen unter Berücksichtigung der abgespeicherten thermischen Zeitkonstanten eingerichtet ist.

Eine andere und einfach realisierbare Variante ist dadurch gekennzeichnet, dass das thermische Modell eine Liste möglicher Kombinationen der Zuordnungen von Betriebsparameterwerten und Begrenzungssignalen enthält und die Steuerung dazu eingerichtet ist, entsprechend von Messwerten aus dieser Liste zumindest ein Begrenzungssignal auszuwählen und abzugeben.

Besonders leistungsfähig sind Ausführungen, bei welchen die Steuerung zumindest einen digitalen Prozessor enthält.

Andererseits ist es möglich, dass die Steuerung zumindest teilweise analog aufgebaut ist. Man kann ein thermisches Modell, insbesondere ein vereinfachtes, auch aus Operationsverstärkern, Widerständen und Kondensatoren aufbauen.

Die Erfindung samt weiterer Vorteile ist im folgenden an Hand beispielsweise Ausführungsformen näher erläutert, die in der Zeichnung veranschaulicht sind. In dieser zeigen Fig. 1 das Prinzipschaltbild einer erfindungsgemäßen, als Schaltwandler ausgebildeten Stromversorgung und Fig. 2 eine weitere möglich Ausführung, gleichfalls in einem Prinzipschaltbild.

Gemäß Fig. 1 wird eine Eingangsspannung  $U_E$  mittels eines Gleichrichters D1 gleichgerichtet und die gleichgerichtete, an einem Kondensator  $C_E$  liegende Spannung  $U_{ZK}$  wird über einen gesteuerten Schalter der Primärwicklung WP eines Übertragers UET zugeführt. In Serie mit dem gesteuerten Schalter liegt ein Sensorwiderstand  $R_S$  zur Erfassung des primärseitigen Stroms.

Angesteuert wird der gesteuerte Schalter S von einer Ansteuerschaltung AST, die in üblicher Weise ein pulsweitenmoduliertes Signal konstanter oder auch veränderbarer Frequenz liefert. Die Ansteuerschaltung wird über eine Hilfswicklung WH und einen Hilfsgleichrichter D2 mit einer Spannung  $U_V$  versorgt, die an einem Kondensator C4 liegt. Zum Anlauf der Schaltung dient ein relativ hochohmiger Vorwiderstand RV, der an der Spannung  $U_{ZK}$  liegt.

Sekundärseitig wird die an einer Sekundärwicklung WS liegende Spannung beispielsweise unter Benutzung von Dioden D3 und D4 und Heranziehung einer Induktivität L gleichgerichtet, wobei im vorliegenden Fall der Wandler nach dem Flusswandlerprinzip aufgebaut ist. Hier soll angemerkt werden, dass selbstverständlich auch Flusswandler oder gemischte Wandlertypen in Zusammenhang mit der Erfindung zur Anwendung kommen können.

Die gleichgerichtet Ausgangsspannung  $U_A$  liegt an einem Kondensator  $C_A$ . Eine Spannungserkennungsschaltung UEK an der Sekundärseite liefert über einen Optokoppler OKO Informationen betreffend die Ausgangsspannung an die Ansteuerschaltung AST, sodass die Ausgangsspannung auf einen festen Wert geregelt werden kann. In ähnlicher Weise, hier jedoch nicht gezeigt, ist es möglich ist, Informationen über den Ausgangsstrom  $I_A$  an die Ansteuerschaltung AST weiterzuleiten, falls beispielsweise eine sekundäre Stromregelung gewünscht ist.

Im vorliegenden Fall wird der Ausgangsstrom  $I_A$  von einem Längswiderstand  $R_D$  erfasst und einer Stromerkennung IAK einer Steuerung STE zugeführt. Auch andere Möglichkeiten der Stromerfassung, z. B. über einen Stromwandler etc., sind möglich.

Der primärseitige Sensorwiderstand  $R_S$  liefert einerseits für die Ansteuerschaltung AST in bekannter Weise den Verlauf des Primärstroms und andererseits liefert er ein Signal an eine Stromerkennung IEK der Steuerung STE. Diese Steuerung STE enthält ein thermisches Modell THM, welches im vorliegenden Fall Informationen über den Ausgangsstrom sowie über den Eingangsstrom erhält.

Das thermische Modell THM errechnet aus den Werten des Ausgangsstroms bzw. gegebenenfalls auch des Eingangsstroms die Temperaturen kritischer Bauelemente, z. B. der Dioden D3 und D4 oder des Schalters S, bzw. schätzt diese Temperaturen ab. Dabei werden in dem thermischen Modell THM auch die thermischen Zeitkonstanten, Kühlkörpergegebenheiten etc. berücksichtigt. Neben den Halbleitertemperaturen können mit Hilfe des thermischen Modells THM beispielsweise auch die Temperaturen in den Wicklungen des Übertragers UET errechnet/abgeschätzt werden.

Sobald die Steuerung mit Hilfe des thermischen Modells das Erreichen vorgegebbarer Temperaturgrenzwerte oder kritischer Kombinationen solcher Grenzwerte feststellt, gibt sie zumindest ein Begrenzungssignal ab, im vorliegenden Fall über ein Interface INT. Abgegebene Begrenzungssignale können, auch in unterschiedlicher Reihenfolge, diverse Vorgänge auslösen: Beispielsweise kann zunächst ein Signal est an eine Lüftersteuerung LST abgegeben werden, welche den Motor MOT eines Lüfters in Betrieb setzt oder die Drehzahl eines bereits laufenden Lüfters erhöht, um mit Hilfe dieses Lüfters die Temperatur bestimmter Bauteile oder des Innenraums eines Stromversorgungsgehäuses forciert zu kühlen. Sofern diese Maßnahme bereits dazu führt, dass die Temperaturen oder Kombinationen von Temperaturen unterhalb ihrer kritischen Werte fallen, wird weiters nichts erfolgen bzw. nach einer Zeit wird die Lüftersteuerung wieder deaktiviert. Bereits zum Zeitpunkt der Aktivierung der Lüftersteuerung kann allerdings bereits ein Alarmsignal ala ausgegeben werden,

beispielsweise an einen Leitrechner oder an eine Warnlampe, etc. Falls die Inbetriebnahme des Lüfters keinen Effekt zeitigt, wird als nächstes ein Abschaltensignal abs an die Steuerung AST abgegeben, welche den Schaltwandler herunterfährt, z. B. in einen Standby-Betrieb versetzt, bis die Überlastzustände beseitigt sind.

Für den Benutzer kann es zweckmäßig sein, wenn die Steuerung STE auch einen Speicher SPE samt einer Anzeige ANZ enthält, in welcher der Stromverlauf insbesondere vor dem Zeitpunkt des Abschaltens dargestellt ist, wobei beispielsweise ein Zeitraum von 10 bis 100 Sekunden ins Auge gefasst werden kann. Der Anwender kann aus dieser Aufzeichnung auf mögliche Ursachen der Abschaltung schließen.

Die in Fig. 2 gezeigte Ausführungsform entspricht in ihrem Aufbau als Flusswandler-Schaltwandler jener nach Fig. 1. Unterschiedlich zu der Ausführung nach Fig. 1 ist jedoch, dass sich das thermische Modell THM nicht auf elektrische Größen der Stromversorgung stützt, sondern auf mit Hilfe von Temperatursensoren gemessene Temperaturen, welche unterschiedlichen Bauelementen der Stromversorgung zugeordnet sind.

Insbesondere ist zunächst ein Temperatursensor TS1 vorgesehen, welcher die Raumtemperatur bzw. Umgebungstemperatur der Stromversorgung erfasst. Ein weiterer Temperatursensor TS2 misst hier die Temperatur an einem Kühlkörper KK des primären Schalters S. Die Temperatur an einem Kühlkörper KK, welcher den beiden Dioden D3 und D4 sekundärseitig gemeinsam ist, wird mit Hilfe eines Temperatursensors TS3 erfasst und dem Übertrager UET ist ein Temperatursensor TS4 zugeordnet, welcher beispielsweise wärmeleitend mit dem Kern des Übertragers UET verbunden ist.

An Hand der ermittelten Temperaturen kann die Steuerung mit Hilfe des thermischen Modells die tatsächlich kritischen Temperaturwerte, z. B. die Chiptemperatur eines Halbleiters oder die Wicklungstemperatur des Übertragers, errechnen bzw. abschätzen und sodann bei Erreichen vorgegebener Grenzwerte bzw. einer bedenklichen Kombination solcher Grenzwerte das bereits vorher angesprochene Begrenzungssignal oder mehrere entsprechende Signale abgeben.

Zur Temperaturmessung ist zu bemerken, dass mit vernünftigen Aufwand de facto nie die tatsächlich kritischen Temperaturen gemessen werden können, insbesondere die Temperaturen am Chip eines Halbleiters. Die verschiedenen Bauelemente müssten angebohrt werden, wobei auch noch besondere Anforderungen an die Isolierung des Temperatursensors gestellt werden. Somit werden Temperaturen gemessen, die in einem Zusammenhang mit dem jeweiligen Bauelement stehen, wie die Gehäusetemperatur eines Halbleiters.



oder die Temperatur an einem bestimmten Punkt des Kühlkörpers eines Halbleiters. Auch bei dem Übertrager kann man oft schwer die Wicklungstemperatur oder die Kerntemperatur messen, sodass man beispielsweise die Leiterplattentemperatur an den elektrischen Anschlüssen eines Übertragers misst. Das thermische Modell enthält alle jene Parameter, die erforderlich sind, um von den tatsächlich gemessenen Temperaturen sicher und zeitabhängig auf die relevanten, d. h. kritischen Temperaturen schließen zu können. Insbesondere sind hier der Wärmeübergangswiderstand zu nennen und die thermischen Zeitkonstanten. Bekannt ist es weiters, dass beispielsweise für die Erwärmung des Übertragers sowohl der Laststrom als auch die Eingangsspannung von Bedeutung sind, nämlich der Laststrom wegen der Kupferverluste und die Eingangsspannung wegen der mit steigender Eingangsspannung steigender kapazitiven Verluste. Auch dies kann berücksichtigt werden und in Fig. 2 ist angedeutet, dass die Eingangsspannung und der Eingangsstrom dem thermischen Modell als Parameter zugeführt.

Um beispielsweise die tatsächliche Diodentemperatur einer der Dioden D3 oder D4 genau ermitteln zu können, wird zu dem tatsächlich gemessenen Kühlkörpertemperatursignal ein aus dem bekannten Laststrom abgeleitetes Signal addiert. Bei einer bestimmten Ausführungsform kann sich z. B. jedes Ampere Laststrom so auswirken, dass zum Kühlkörpermesswert ein Signal addiert wird, welches diesen Messwert um zwei Kelvin höher erscheinen lässt. Sinngemäß gleiches kann bei dem Übertrager berücksichtigt werden.

Es ist weiters anzumerken, dass außer den in den Fig. 1 und Fig. 2 dargestellten Möglichkeiten der Erfassung von Betriebsparameterwerten auch andere Kombinationen verwendet werden können. Man kann dem thermischen Modell beispielsweise sämtliche elektrische Größen an der Primär- und an der Sekundärseite zuführen und darüber hinaus auch eine größere Anzahl von Temperaturwerten. Natürlich wird man den Gegebenheiten entsprechend eine ökonomische Auswahl treffen, die beispielsweise berücksichtigt, ob für die Übertragung von Messwerten Optokoppler oder andere isolierende und den Aufbau verteuernde Maßnahmen erforderlich sind oder nicht.

Im Allgemeinen wird die Steuerung STE bzw. das thermische Modell THM einen digitalen Prozessor DSP enthalten, welcher es beispielsweise ermöglicht, die Erwärmung eines oder mehrerer Bauteile permanent mitzurechnen. Allerdings ist damit eine relativ hohe Rechenleistung verbunden, da das thermische Modell oft, z. B. einige Male je Sekunde, aktualisiert werden muss.

Eine andere Möglichkeit besteht darin, in einem Eprom eine Liste der möglichen Kombinationen an möglichen Betriebsparameter-Werten zu hinterlegen. Der Prozessor muss dann lediglich die entsprechende Parameterliste finden und den dort hinterlegten Befehl ausführen. Eine solche Liste kann z. B. hundert „IF“-Anweisungen enthalten, wie z. B. die folgende: „IF“ Umgebungstemperatur < 20° C „AND“ Laststrom <  $1,2 \times i_{\text{nenn}}$  „THEN“ Warnsignal in 32 sec.

Die Steuerung mit dem thermischen Modell ist prinzipiell nicht an einen digitalen Prozessor DSP gebunden, sondern es lässt sich das gesamte thermische Modell auch mit Operationsverstärkern, Kondensatoren und Widerständen analog nachbilden. Im Allgemeinen ist dies jedoch eher aufwändig und bei der derzeitigen Verfügbarkeit günstiger Prozessoren nicht günstig.

**PATENTANSPRÜCHE**

1. Schaltnetzteil zur Versorgung einer Last mit einer geregelten Ausgangsspannung ( $U_A$ )/Ausgangsstrom ( $I_A$ ) und mit zumindest einem von einer Ansteuerschaltung (AST) angesteuerten Schalter (s), über welchem eine Eingangsgleichspannung ( $U_V$ ) geschaltet wird und mit einer Abschaltsteuerung für Überlastzustände,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

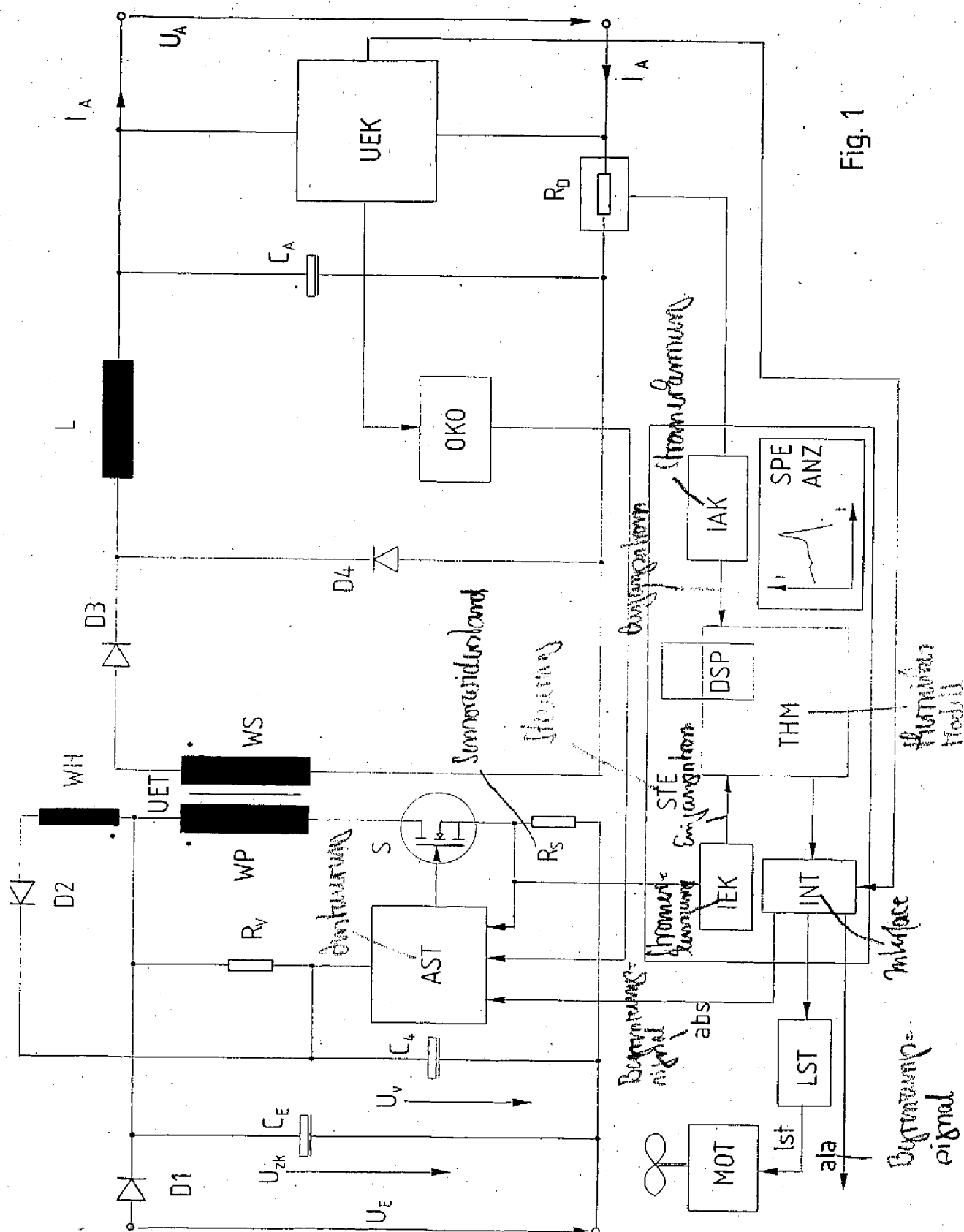
eine Steuerung (STE) vorgesehen ist, in welche ein thermisches Modell (THM) implementiert ist, mit dessen Hilfe die Temperatur zumindest eines Bauelements (S; D3, D4, UET) errechenbar bzw. abschätzbar ist, wobei dem thermischen Modell als elektrische Größe zumindest ein Stromwert, der lastabhängig ist, zur Verfügung gestellt ist,

die Steuerung (STE) dazu eingerichtet ist, in Abhängigkeit von errechneten bzw. abgeschätzten Temperaturwerten bei Erreichen vorgegebener Grenzwerte oder einer Funktion mehrerer Grenzwerte zumindest ein Begrenzungssignal (abs, a la) abzugeben, welches im Sinne eines Eingreifens zur Temperaturverminderung einsetzbar ist,

und zumindest ein Begrenzungssignal (abs) der Ansteuerung (AST) zuführbar ist, welches im Sinne einer Temperatur- und damit einer Leistungsverminderung auf die Ansteuerschaltung einwirkt.

2. Schaltnetzteil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Begrenzungssignal (abs) zum primär/sekundärseitigen Abschalten der Stromversorgung herangezogen ist.
3. Schaltnetzteil nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Begrenzungssignal (est) zur Steuerung einer Kühl-/Belüftungseinrichtung herangezogen ist.
4. Schaltnetzteil nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Begrenzungssignal (ala) als Alarmsignal herangezogen ist.
5. Schaltnetzteil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Temperatursensor (TS1 .... TS4) zur Erfassung von/für die Stromversorgung relevanten Temperaturen vorgesehen ist, wobei das Signal des zumindest einen Temperatursensors in das thermische Modell (THM) einbeziehbar ist.
6. Schaltnetzteil nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Temperatursensor (TS1) für die Umgebungstemperatur der Stromversorgung vorgesehen ist.

7. Schaltnetzteil nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Temperatursensor (TS2, TS3) zur Erfassung der Temperatur eines Halbleiter-Bauelements und/oder seiner thermisch relevanten Umgebung vorgesehen ist.
8. Schaltnetzteil nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Temperatursensor (TS4) zur Erfassung der Temperatur eines Transformators (VET) und/oder seiner thermisch relevanten Umgebung vorgesehen ist.
9. Schaltnetzteil nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass dem thermischen Modell (THM) als elektrische Größe zumindest der Ausgangsstrom ( $I_A$ ) der Schaltnetzteil zur Verfügung gestellt ist.
10. Schaltnetzteil nach einem der Ansprüche 1 bis 9 mit einem potentialtrennenden Transformator, **dadurch gekennzeichnet**, dass dem thermischen Modell als elektrische Größe der primärseitige Strom zur Verfügung gestellt ist.
11. Schaltnetzteil nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass das thermische Modell (THM) abgespeicherte thermische Zeitkonstanten einzelner Bauelemente enthält, welche bei der Errechnung/Abschätzung von Bauelementtemperaturen berücksichtigt werden.
12. Schaltnetzteil nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass das thermische Modell (THM) zur laufenden Berechnung der Temperatur von Bauelementen unter Berücksichtigung der abgespeicherten thermischen Zeitkonstanten eingerichtet ist.
13. Schaltnetzteil nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass das thermische Modell (THM) eine Liste möglicher Kombinationen der Zuordnungen von Betriebsparameterwerten und Begrenzungssignalen enthält und die Steuerung dazu eingerichtet ist, entsprechend von Messwerten aus dieser Liste zumindest ein Begrenzungssignal auszuwählen und abzugeben.
14. Schaltnetzteil nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerung zumindest einen digitalen Prozessor enthält.
15. Schaltnetzteil nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerung zumindest teilweise analog aufgebaut ist.



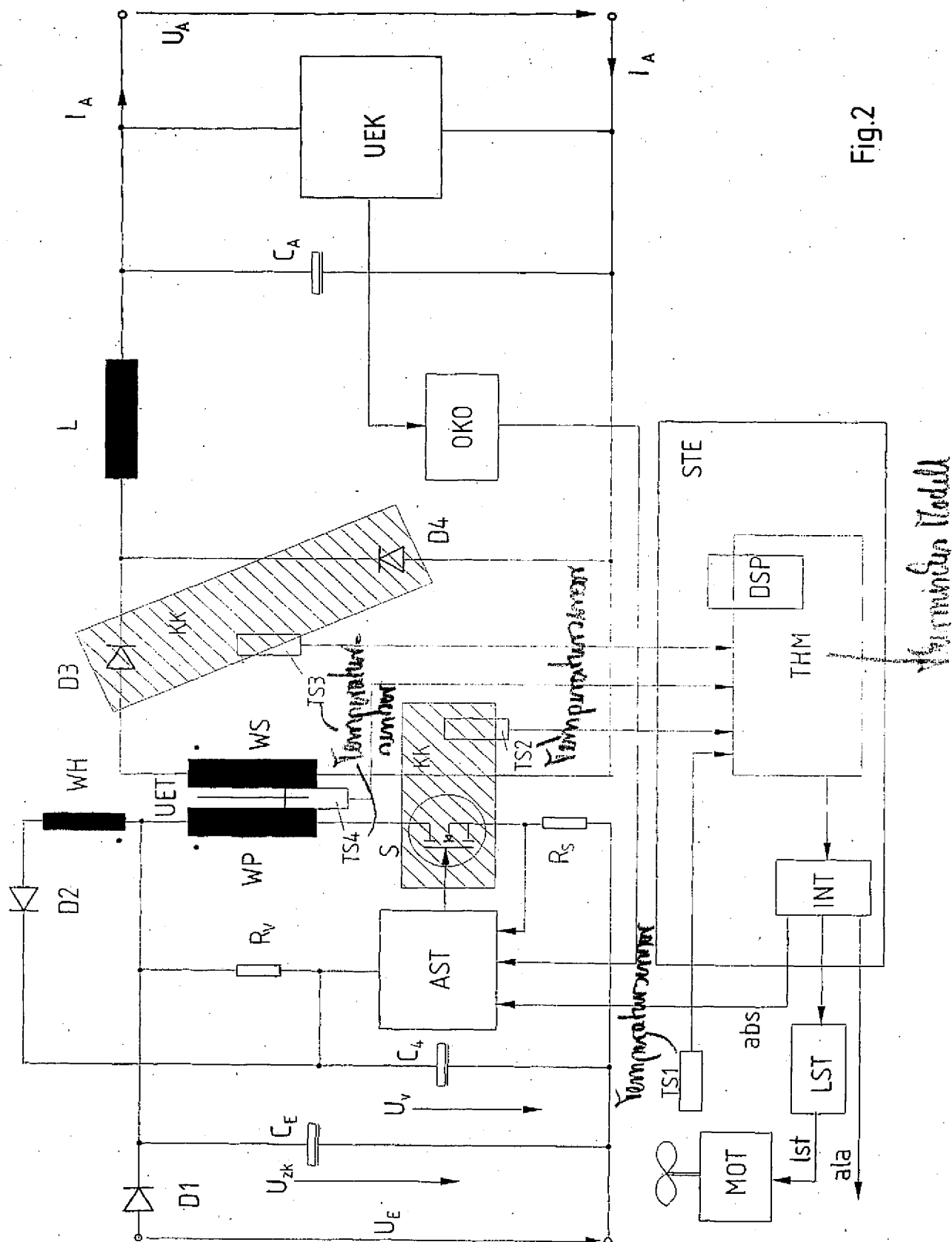


Fig.2

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/AT 03/00278

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H02M1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EP0-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 198 245 B1 (YEH SHIH PING ET AL) 6 March 2001 (2001-03-06) the whole document	1-3, 5, 6, 9, 14
A	US 5 610 453 A (SMITH ENOCH P) 11 March 1997 (1997-03-11) abstract; figure 6	1
A	US 4 727 450 A (FACHINETTI FRANCOIS ET AL) 23 February 1988 (1988-02-23) abstract; figure 5	1, 15
A	EP 0 792 008 A (MEIDENSHA ELECTRIC MFG CO LTD) 27 August 1997 (1997-08-27) the whole document	1
	--- -/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 February 2004

Date of mailing of the international search report

12/02/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Thisse, S

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/AT 03/00278

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>WO 02 07295 A (KRANISTER ANDREAS ;SCHWEIGERT HARALD (AT); SIEMENS AG OESTERREICH) 24 January 2002 (2002-01-24) figure 1</p>	1



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/AT 03/00278

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6198245	B1	06-03-2001	JP 2001195134 A TW 479450 B	19-07-2001 11-03-2002
US 5610453	A	11-03-1997	NONE	
US 4727450	A	23-02-1988	FR 2581807 A1 CA 1265196 A1 DE 3675450 D1 EP 0209404 A1 JP 62011121 A	14-11-1986 30-01-1990 13-12-1990 21-01-1987 20-01-1987
EP 0792008	A	27-08-1997	JP 3430773 B2 JP 9233832 A CN 1161588 A ,B DK 792008 T3 EP 0792008 A2 US 5875414 A	28-07-2003 05-09-1997 08-10-1997 09-09-2002 27-08-1997 23-02-1999
WO 0207295	A	24-01-2002	AT 410619 B WO 0207295 A1 AT 12292000 A CN 1441992 T EP 1301985 A1 US 2003156365 A1	25-06-2003 24-01-2002 15-10-2002 10-09-2003 16-04-2003 21-08-2003

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT 03/00278

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H02M1/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H02M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 6 198 245 B1 (YEH SHIH PING ET AL) 6. März 2001 (2001-03-06) das ganze Dokument	1-3, 5, 6, 9, 14
A	US 5 610 453 A (SMITH ENOCH P) 11. März 1997 (1997-03-11) Zusammenfassung; Abbildung 6	1
A	US 4 727 450 A (FACHINETTI FRANCOIS ET AL) 23. Februar 1988 (1988-02-23) Zusammenfassung; Abbildung 5	1, 15
A	EP 0 792 008 A (MEIDENSHA ELECTRIC MFG CO LTD) 27. August 1997 (1997-08-27) das ganze Dokument	1
	---	
	---/---	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

3. Februar 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

12/02/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Thisse, S

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT 03/00278

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung; soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.
A	<p>WO 02 07295 A (KRANISTER ANDREAS ;SCHWEIGERT HARALD (AT); SIEMENS AG ÖSTERREICH) 24. Januar 2002 (2002-01-24) Abbildung 1</p>	1

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT 03/00278

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6198245	B1	06-03-2001	JP 2001195134 A 19-07-2001 TW 479450 B 11-03-2002
US 5610453	A	11-03-1997	KEINE
US 4727450	A	23-02-1988	FR 2581807 A1 14-11-1986 CA 1265196 A1 30-01-1990 DE 3675450 D1 13-12-1990 EP 0209404 A1 21-01-1987 JP 62011121 A 20-01-1987
EP 0792008	A	27-08-1997	JP 3430773 B2 28-07-2003 JP 9233832 A 05-09-1997 CN 1161588 A ,B 08-10-1997 DK 792008 T3 09-09-2002 EP 0792008 A2 27-08-1997 US 5875414 A 23-02-1999
WO 0207295	A	24-01-2002	AT 410619 B 25-06-2003 WO 0207295 A1 24-01-2002 AT 12292000 A 15-10-2002 CN 1441992 T 10-09-2003 EP 1301985 A1 16-04-2003 US 2003156365 A1 21-08-2003